

[home](#)[searching](#)[patents](#)[documents](#)[toc journal watch](#)**Format Examples****US Patent**

US6024053 or 6024053

**US Design Patent**

D0318249

**US Plant Patents**

PP8901

**US Reissue**

RE35312

**US SIR**

H1523

**US Patent Applications**

20020012233

**World Patents**

WO04001234 or WO2004012345

**European**

EP1067252

**Great Britain**

GB2018332

**German**

DE29980239

**Nerac Document Number (NDN)**

certain NDN numbers can be used for patents

[view examples](#)

6.0 recommended  
Win98SE/2000/XP

**Patent Ordering**[Help](#)**Enter Patent Type and Number:** optional reference note**GO**

☐ Add patent to cart automatically. If you uncheck this box then you must *click on* Publication number and view abstract to Add to Cart.

0 Patent(s) in Cart

**Patent Abstract**[Add to cart](#)

GER 2000-03-23 19843349 **Magnetoresistives sensor element, in particular angle sensor element**  
**ANNOTATED TITLE- Magnetoresistives Sensorelement, insbesondere Winkelsensorelement**

**INVENTOR-** Marx, Klaus, Dr. 70563 Stuttgart DE**INVENTOR-** Jost, Franz, Dr. 70565 Stuttgart DE**INVENTOR-** Freitag, Martin, Dr. 70839 Gerlingen DE**APPLICANT-** Robert Bosch GmbH 70469 Stuttgart DE**PATENT NUMBER-** 19843349/DE-A1**PATENT APPLICATION NUMBER-** 19843349**DATE FILED-** 1998-09-22**DOCUMENT TYPE-** A1, DOCUMENT LAID OPEN (FIRST PUBLICATION)**PUBLICATION DATE-** 2000-03-23

**INTERNATIONAL PATENT CLASS-** G01R03309;  
G01B00730; G01B10110; G01R03309B; G01B00730;  
G01D00516B1; H01F01032N6B

**PATENT APPLICATION PRIORITY-** 19843349, A**PRIORITY COUNTRY CODE-** DE, Germany, Ged. Rep. of**PRIORITY DATE-** 1998-09-22**FILING LANGUAGE-** German**LANGUAGE-** German NDN- 203-0442-8733-2

English Abstract not available - this Abstract is currently being replaced with improved machine translation version

**EXEMPLARY CLAIMS-** 1. Magnetoresistives sensor element, in particular angle sensor element, marked by a



first, magnetic layer (1), whose direction of magnetization a reference direction represents, a second, not-magnetic layer (2), trained on the first layer (1), and a third magnetic layer (3), trained on the second layer, whose direction of magnetization by an exterior magnetic field is influenceable, by the fact that the third layer (3) is trained at least partly in the form of individual segments (3 A). 2. Sensor element according to requirement 1, by the fact characterized that the segments (3 A) are at least partly circular or ellipsenfoermig trained. 3. Sensor element after one of the requirements 1 or 2, by the fact characterized that it exhibits an oblong form. 4. Sensor element after one of the managing requirements, by the fact characterized that it is maeanderfoermig trained. 5. Sensor element after one of the managing requirements, by the fact characterized that the first layer (1) is a hardmagnetic layer. 6. Sensor element after one of the managing requirements, by the fact characterized that the third layer (3) is a soft-magnetic layer. 7. Sensor element after one of the managing requirements, by the fact characterized that the first layer (1) consists of a sandwich with a stabilizing coupling. 8. Sensor element after one of the managing requirements, by the fact characterized that the first layer (1) exhibits an artificially gepinnte magnetization. 9. Sensor element after one of the managing requirements, by the fact characterized that first and/or the third layer (1, 3) using of GMR-materials is manufactured and/or is.

NO-DESCRIPTORS

Nerac, Inc. One Technology Drive . Tolland, CT  
Phone (860) 872-7000 Fax (860) 875-1749

©1995-2003 All Rights Reserved . [Privacy Statement](#) . [Report a Problem](#)





⑮ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 198 43 349 A 1**

⑤ Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**G 01 R 33/09**  
G 01 B 7/30  
// G 01 B 101:10

⑳ Aktenzeichen: 198 43 349.2  
㉔ Anmeldetag: 22. 9. 1998  
㉕ Offenlegungstag: 23. 3. 2000

**DE 198 43 349 A 1**

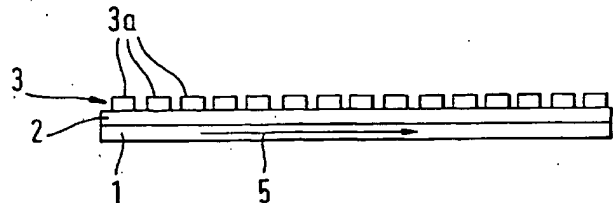
⑦① Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

⑦② Erfinder:  
Marx, Klaus, Dr., 70563 Stuttgart, DE; Jost, Franz,  
Dr., 70565 Stuttgart, DE; Freitag, Martin, Dr., 70839  
Gerlingen, DE

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

⑤④ Magnetoresistives Sensorelement, insbesondere Winkelsensorelement

⑤⑦ Magnetoresistives Sensorelement, insbesondere Winkelsensorelement, mit einer ersten, magnetischen Schicht (1), deren Magnetisierungsrichtung eine Referenzrichtung darstellt, einer auf der ersten Schicht (1) ausgebildeten zweiten, nichtmagnetischen Schicht (2) und einer dritten, auf der zweiten Schicht ausgebildeten magnetischen Schicht (3), deren Magnetisierungsrichtung durch ein äußeres Magnetfeld beeinflussbar ist, wobei die dritte Schicht (3) wenigstens teilweise in Form von einzelnen Segmenten (3a) ausgebildet ist.



**DE 198 43 349 A 1**





## Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein magnetoresistives Sensorelement, insbesondere ein Winkelsensorelement, nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Sensoren, insbesondere Winkelsensoren, die auf der Grundlage des magnetoresistiven Effektes arbeiten, sind bekannt. Hierbei wird der elektrische Widerstand von Sensorelementen in Abhängigkeit von der Richtung eines äußeren Magnetfeldes gemessen. Es sind beispielsweise Systeme beschrieben worden, bei welchen sogenannte GMR-Sensorelemente (engl. Giant-Magneto-Resistance), insbesondere unter Verwendung von selbststabilisierenden magnetischen Schichten, eingesetzt werden (van den Berg et. al., GMR angle detector with an artificial antiferromagnetic subsystem, Journal of Magnetism and Magnetic Materials 165 (1997) 524-528). Hierbei wird eine erste dünne, sogenannte Referenzschicht dadurch erzeugt, daß zwischen zwei entgegengesetzt magnetisierten Lagen (beispielsweise aus Co) eine antiferromagnetische Kopplungsschicht (beispielsweise aus Cu oder Ru) eingebracht wird. Die magnetische Stabilität der Referenzschicht ist durch diesen Mehrschicht-Aufbau gegenüber einzelnen Co-Schichten um etwa eine Größenordnung erhöht. Die Magnetisierungsrichtung der Referenzschicht hängt (im Idealfall) nicht von der Richtung des äußeren (zu messenden) Magnetfeldes ab.

Die Referenzschicht ist mit einer dünnen nicht-magnetischen Schicht abgedeckt, auf der wiederum eine dünne weichmagnetische Schicht, die sogenannte Detektionsschicht, ausgebildet ist. Die Detektionsschicht richtet ihre Magnetisierung (wiederum im Idealfall), auch bei betragsmäßig kleinen Feldern, in Richtung eines äußeren Magnetfeldes aus. Aus der Theorie des GMR-Effektes ist bekannt, daß ein Sensorsignal einer Funktion  $R(\alpha) = R_0 + \Delta R \cdot \sin(\alpha)$  folgt, wobei  $R_0$  ein Offsetwiderstand,  $\Delta R$  ein Signalhub des Sensors und  $\alpha$  der zu messende Winkel zwischen einer ausgezeichneten Sensorrichtung (insbesondere der Referenzrichtung) und der Richtung des äußeren Magnetfeldes ist.

Als nachteilig bei derartigen Systemen erweist sich, daß es aufgrund verschiedener magnetischer Wechselwirkungen bzw. Effekte zu Ungenauigkeiten bzw. Fehlern bei der Winkelbestimmung kommen kann. Winkelfehler werden im wesentlichen durch zwei Faktoren verursacht. Zum einen wird die magnetische Referenz von dem zu messenden Magnetfeld beeinflusst und bleibt nicht starr in der ausgezeichneten Richtung, zum anderen folgt die Magnetisierungsrichtung der Detektionsschicht nicht fehler- bzw. verzögerungsfrei der Richtung des äußeren Magnetfeldes.

Aufgabe der Erfindung ist daher die Schaffung eines magnetoresistiven Sensorelements bzw. Sensors, mit dem auftretende Winkelfehler vermieden oder wenigstens verringert werden können.

Diese Aufgabe wird gelöst durch ein magnetoresistives Sensorelement mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1.

Erfindungsgemäß ist nun ein Sensorelement geschaffen, bei dem die Magnetisierungsrichtung der Detektionsschicht einem äußeren Magnetfeld, insbesondere auch bei betragsmäßig kleinem äußeren Magnetfeld, wesentlich leichter und genauer bzw. verzögerungsfreier folgen kann als dies bei herkömmlichen Sensorelementen möglich war. Die hierdurch erzielbare Verbesserung der Genauigkeit des Sensorelements ist mit geringem technischen Aufwand (beispielsweise Strukturierung der Detektionsschicht durch bekannte chemische Verfahren) erreichbar.

Vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Sensorelements sind Gegenstand der Unteransprüche.

Es ist besonders bevorzugt, daß die Segmente wenigstens teilweise kreisförmig oder ellipsenförmig ausgebildet sind.

Mit einer derartigen Formgebung erhält man eine besonders verzögerungsfreie bzw. genaue Ausrichtung der Magnetisierungsrichtung der Detektionsschicht bezüglich eines äußeren Magnetfeldes.

Zweckmäßigerweise weist das Sensorelement eine längliche bzw. langgestreckte Form auf. Durch diese Ausbildung wird eine weitgehende Unabhängigkeit der Referenzmagnetisierung von dem äußeren Magnetfeld erreicht. Durch die langgestreckte Form bzw. die Anisotropie des Sensorelements (seine Länge sollte wesentlich größer als seine Breite sein) ist insbesondere eine günstige Wirkung auf die Selbststabilisierung einer als künstlicher Antiferromagnet ausgebildeten Referenzschicht erzielbar.

Als besonders vorteilhaft wird angesehen, die Sensorelemente mäanderförmig auszubilden. Hierdurch sind auf geringem Raum sehr lange Sensorstrukturen realisierbar.

Zweckmäßigerweise ist die erste Schicht eine hartmagnetische Schicht. Derartige Schichten sind preiswert realisierbar und gewährleisten eine gute magnetische Stabilität der Referenzschicht.

Die dritte Schicht ist zweckmäßigerweise als weichmagnetische Schicht ausgebildet. Derartige Schichten sind in einfacher und preiswerter Weise in einer Vielzahl verschiedener Formen realisierbar. Als bevorzugtes Beispiel für weichmagnetische Werkstoffe seien Ni-Fe Legierungen genannt.

Es ist bevorzugt, daß die erste Schicht aus einer Schichtanordnung mit einer selbststabilisierenden Kopplung (künstlicher Antiferromagnet) besteht. Derartige Schichten weisen eine besonders hohe magnetische Stabilität auf, ferner wirkt sich eine längliche Formgebung des Sensorelement auf die magnetische Stabilität derartiger Schichtanordnungen besonders günstig aus.

Es ist ebenfalls bevorzugt, daß die erste Schicht eine künstlich gepinnte bzw. vorgespannte Magnetisierung aufweist. Eine derartige Magnetisierung ist beispielsweise mittels eines in Wirkverbindung mit der ersten Schicht stehenden stromdurchflossenen Leiters zur Stabilisierung ihrer Magnetisierungsrichtung erzielbar.

Es ist bevorzugt, daß die erste und dritte Schicht unter Verwendung von GMR-Werkstoffen hergestellt sind.

Die Erfindung wird nun anhand einer bevorzugten Ausführungsform unter Bezugnahme auf die beigefügte Zeichnung im einzelnen erläutert. In dieser zeigt

Fig. 1 eine schematische Draufsicht einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Sensorelements, und

Fig. 2 das Sensorelement der Fig. 1 schematisch in einer Seitenansicht.

Das in Fig. 1 dargestellte Sensorelement weist eine erste, magnetische bzw. magnetisierte Schicht 1 auf, welche eine Referenzschicht darstellt. Der innere Aufbau dieser ersten Schicht ist nicht im einzelnen dargestellt. Es ist bevorzugt, daß die erste Schicht 1 als künstlicher Antiferromagnet ausgebildet ist, d. h. zwischen zwei dünnen magnetischen Lagen mit (im Grundzustand) antiparallel ausgerichteten Magnetisierungen ist eine als antiferromagnetische Kopplungsschicht wirkende, dünne metallische Zwischenschicht ausgebildet. Bezüglich der magnetischen Rahmenbedingungen, die zur Schaffung eines selbststabilisierenden künstlichen Antiferromagneten notwendig sind, wird auf den bereits erwähnten Artikel von van den Berg et. al. verwiesen.

Die Richtung der durch die erste Schicht 1 geschaffenen Referenzmagnetisierung ist in Fig. 1 und Fig. 2 durch einen Pfeil 5 dargestellt. Die zu messende Richtung eines äußeren Magnetfeldes ist durch den gestrichelten Pfeil 6 dargestellt.

Auf die erste Schicht 1 ist eine dünne, unmagnetische zweite Schicht 2 aufgebracht, auf welcher wiederum eine





magnetische dritte Schicht 3 (Detektionsschicht) ausgebildet ist.

Das Schichtsystem mit den Schichten 1, 2, 3 wird vorteilhafterweise in der schematisch dargestellten langgezogenen (oder auch einer mäandrierten) Form hergestellt, wobei zunächst auch die dritte Schicht 3 unstrukturiert, d. h. entsprechend den Schichten 1, 2 ausgebildet ist. Anschließend wird die dritte Schicht 3 beispielsweise mittels chemischer Verfahren (z. B. Ätzverfahren) in Form der dargestellten Ellipsen 3a oder in Form von Kreisen selektiv strukturiert. Eine derartige Strukturierung erweist sich für die Sensorfunktion als sehr günstig, da hierdurch die Magnetisierungsrichtung auch betragsmäßig kleinen äußeren Magnetfeldern verhältnismäßig leicht folgen kann. Die (der Richtung 6 des äußeren Magnetfeldes entsprechende) Magnetisierung ist mittels Pfeilen 7 für die jeweiligen Ellipsen 3a dargestellt.

Bei Anlegen einer Spannung an die jeweiligen Enden 10, 11 des Sensorelements ergibt sich, in Abhängigkeit von einem anliegenden äußeren Magnetfeld, ein charakteristischer Widerstandswert des Sensorelements, aus welchem der Winkel der Magnetisierungsrichtung des äußeren Feldes bestimmbar ist.

Die erfindungsgemäßen Sensorelemente können in ansich bekannter Weise beispielsweise zu Brückenschaltungen verschaltet werden. Mit Sensoren, die derartige Brückenschaltungen verwenden, sind Winkelmessungen in besonders einfacher und zuverlässiger Weise möglich.

#### Patentansprüche

1. Magneto-resistives Sensorelement, insbesondere Winkelsensorelement, mit einer ersten, magnetischen Schicht (1), deren Magnetisierungsrichtung eine Referenzrichtung darstellt, einer auf der ersten Schicht (1) ausgebildeten zweiten, nicht-magnetischen Schicht (2), und einer dritten, auf der zweiten Schicht ausgebildeten magnetischen Schicht (3), deren Magnetisierungsrichtung durch ein äußeres Magnetfeld beeinflussbar ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß die dritte Schicht (3) wenigstens teilweise in Form von einzelnen Segmenten (3a) ausgebildet ist.
2. Sensorelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Segmente (3a) wenigstens teilweise kreisförmig oder ellipsenförmig ausgebildet sind.
3. Sensorelement nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß es eine längliche Form aufweist.
4. Sensorelement nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß es mäandrierförmig ausgebildet ist.
5. Sensorelement nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Schicht (1) eine hartmagnetische Schicht ist.
6. Sensorelement nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die dritte Schicht (3) eine weichmagnetische Schicht ist.
7. Sensorelement nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Schicht (1) aus einer Schichtanordnung mit einer selbststabilisierenden Kopplung besteht.
8. Sensorelement nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Schicht (1) eine künstlich gepinnte Magnetisierung aufweist.
9. Sensorelement nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die erste und/oder die dritte Schicht (1, 3) unter Verwendung von

GMR-Werkstoffen hergestellt ist bzw. sind.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen





FIG. 1

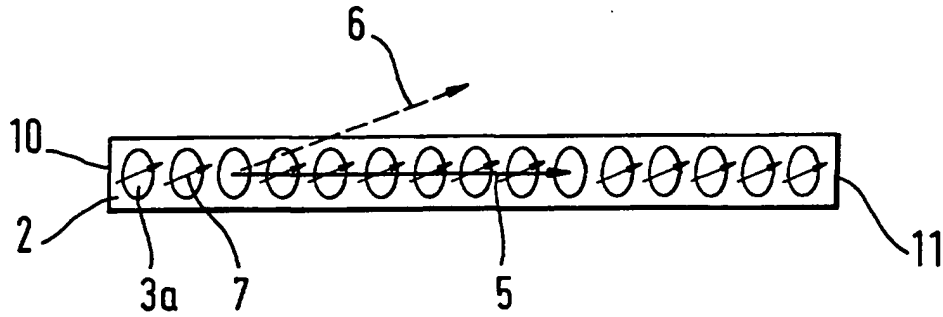


FIG. 2

